

## BAB 5 LANDASAN TEORI

### 5.1 Kajian Teori Arsitektur Hijau (*Green Architecture*)

#### 5.1.1 Teori Perancangan Arsitektur Hijau

Menurut Francis DK Ching (1979) arsitektur membentuk sebuah tautan yang mempersatukan 4 macam elemen yaitu ruang, bentuk, teknik dan fungsi. Arsitektur adalah seni dan ilmu dalam merancang bangunan. Arti yang lebih luas, arsitektur meliputi kegiatan merancang dan membangun keseluruhan lingkungan binaan, mulai dari level makro yaitu perencanaan kota, perancangan perkotaan, arsitektur lansekap, hingga ke level mikro yaitu desain bangunan, desain perabot dan desain produk.

Menurut World Health Organisation (WHO), 30% bangunan gedung di dunia mengalami masalah kualitas udara dalam ruangan. Untuk itu muncul adanya konsep *green architecture* yaitu pendekatan perencanaan arsitektur yang berusaha meminimalisasi berbagai pengaruh membahayakan pada teknik manusia dan lingkungan

Konsep Arsitektur hijau (*Green Architecture*) telah menjadi isu yang sangat mendunia sejak menipisnya sumber daya alam tak terbaharukan sehingga mengancam terjadinya krisis energi di berbagai negara.

‘Green’ dapat diinterpretasikan sebagai *sustainable* (berkelanjutan), *earthfriendly* (ramah lingkungan), dan *high performance building* (bangunan dengan performa sangat baik). Ukuran ‘green’ ditentukan oleh berbagai faktor, dimana terdapat peringkat yang merujuk pada kesadaran untuk menjadi lebih hijau. Di negara-negara maju terdapat *award*, pengurangan pajak, insentif yang diberikan pada bangunan-bangunan yang tergolong ‘green’.

Indikasi arsitektur disebut sebagai ‘green’ jika dikaitkan dengan praktek arsitektur antara lain penggunaan *renewable resources* (sumber-sumber yang dapat diperbaharui, *passive-active solar photovoltaic* (sel surya pembangkit listrik), teknik menggunakan tanaman untuk atap, taman tadah hujan, menggunakan kerikil yang dipadatkan untuk area perkerasan, dan sebagainya.

Konsep ‘green’ juga bisa diaplikasikan pada pengurangan penggunaan energi (misalnya energi listrik), *low energy house* dan *zero energy building* dengan memaksimalkan penutup bangunan (*building envelope*). Penggunaan energi terbarukan seperti energi

matahari, air, biomass, dan pengolahan limbah menjadi energi juga patut diperhitungkan.

Ada 6 prinsip yang dijadikan untuk tolak ukur Arsitektur Hijau (*Green Architecture*), yaitu :

- a. **Conserving energy**, yaitu menghindari penggunaan bahan bakar fosil dalam operasional bangunan
- b. **Working with climate**, yaitu menyesuaikan desain bangunan dengan iklim setempat
- c. **Minimizing new resources**, yaitu mengurangi kebutuhan akan sumber daya baru dengan memaksimalkan umur bangunan dan penggunaan material yang dapat didaur ulang
- d. **Respect for site**, yaitu peduli terhadap lingkungan di sekitar tapak
- e. **Respect for user**, yaitu mempertimbangkan kebutuhan dan kenyamanan pengguna
- f. **Holistic**, yaitu menerapkan 5 prinsip diatas sebagai satu kesatuan

### 5.1.2 Penerapan Teori Arsitektur Hijau Kedalam Bangunan

Teori yang digunakan terkait Penerapan Arsitektur Hijau (*Green Architecture*) dalam konteks pengguna bangunan.

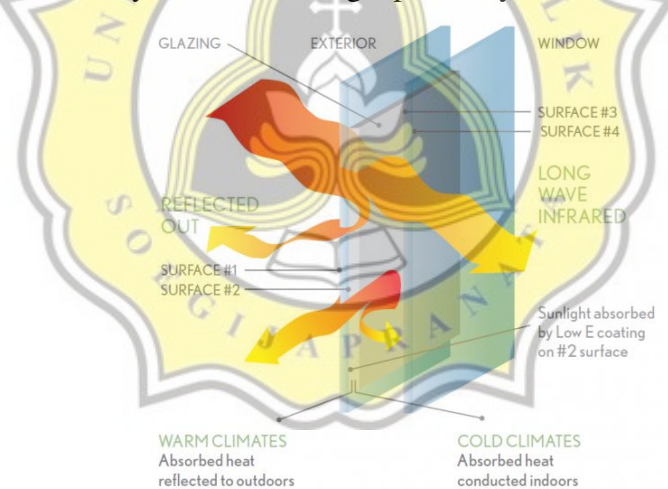
#### A. Ramah Lingkungan (*High Performance Building & Earth Friendly*)

Ramah lingkungan adalah segala sesuatu yang bersifat tidak merusak lingkungan serta mampu menjaga dan melestarikan lingkungan. Penerapan arsitektur hijau dengan desain ramah lingkungan menggunakan konsep hemat energi, memanfaatkan penggunaan pencahayaan dan penghawaan alami. Hal tersebut akan diterapkan di Kantor Sewa yaitu :

1. **Penggunaan Kaca** pada tampilan dari bangunan Kantor Sewa, yang berfungsi untuk menghemat penggunaan listrik dan sebagai pencahayaan alami pada interior bangunan, agar cahaya dapat masuk ke dalam ruangan yang disesuaikan dengan kegiatan. Pencahayaan dapat memberikan kenyamanan visual pada manusia yang disesuaikan dengan kebutuhan dan aktivitas yang dilakukan, baik di dalam ruangan maupun diluar ruangan. Kenyamanan visual maka dapat berdampak pada persepsi terhadap ruangan tersebut dengan berbagai objek visual. Pencahayaan berpengaruh pada persepsi visual atau respon manusia terhadap kondisi visual yang di akses oleh indera visual. Dikarenakan cahaya yang memungkinkan dapat

mengakses informasi visual. Penting untuk dapat memenuhi kebutuhan akan cahaya secara tepat dan sesuai dengan kebutuhan sebuah ruang, baik dalam maupun ruang luar.

Pada bangunan Kantor Sewa, untuk memaksimalkan pencahayaan yang disesuaikan dengan kebutuhan, selalu menggunakan lampu maupun memanfaatkan sinar matahari sebagai pencahayaan alami. Pencahayaan alami dapat diterapkan pada sebuah bangunan dengan mengaplikasikan kaca. Kaca adalah material padat yang terbuat dari zat cair yang sangat dingin karena molekul-molekul tersusun seperti air. Mengakibatkan kohesi membuat bentuk menjadi stabil karena proses pendinginan yang sangat cepat, yang membuat kaca menjadi transparan atau tembus pandang. Kaca adalah *amorf* (*non kristalin*) material padat yang bening, transparan (tembus pandang), dan memiliki sifat yang mudah pecah. Kaca yang digunakan dalam bangunan merupakan kaca yang dapat mereduksi panas namun tetap optimal dalam penyaluran cahaya matahari sebagai pencahayaan alami.

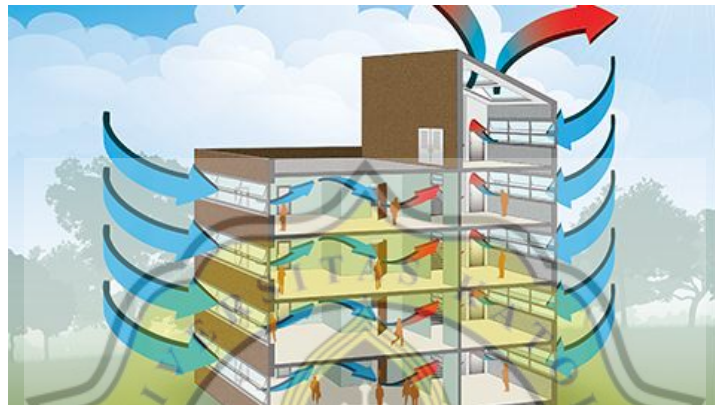


**Gambar 33 : Prinsip Kerja Kaca Pereduksi Panas**  
Sumber : Windowfix.com

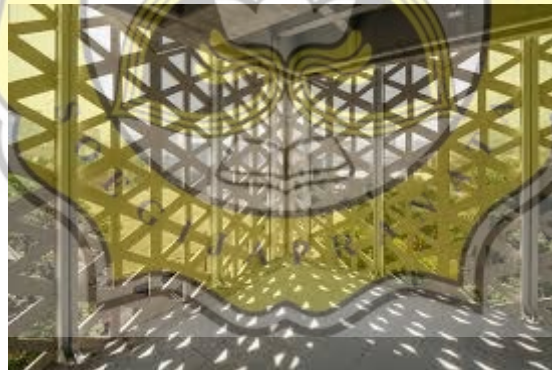


**Gambar 34 : Penerapan Kaca Sebagai Pencahayaan Alami**  
Sumber : Wumm,2007

2. **Penggunaan energi alam** seperti angin sebagai udara yang berfungsi sebagai penyejuk lingkungan. Pada bangunan Kantor Sewa terdapat lubang sebagai ventilasi yang berfungsi sebagai penghawaan alami pada interior ruangan sebagai kenyamanan pengguna secara alami juga.



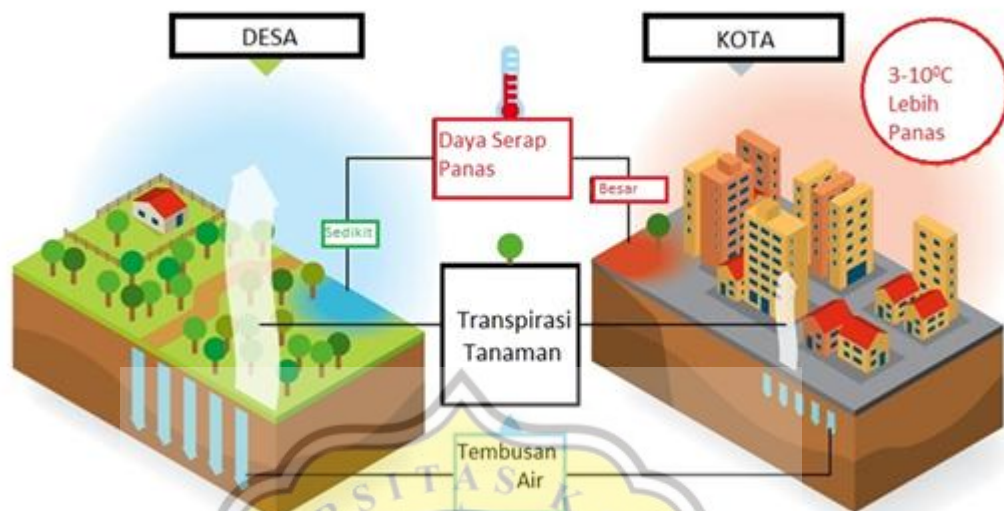
**Gambar 35 : Bentuk Terapan Sirkulasi Alami**  
Sumber : Arsitur Studio



**Gambar 36 : Ventilasi**  
Sumber : Icons Studio

3. **Penggunaan kolam** air disekitar bangunan yang berfungsi dapat mereduksi panas matahari sehingga udara menjadi sejuk (*Urban Heat Island* ) dan dapat memantulkan sinar lampu. Untuk bangunan wisata, kolam air dapat memberikan kenyamanan dan kesan santai pada saat berwisata. Pada bangunan Kantor Sewa terdapat beberapa kolam air yang berada di area tersebut. Kolam air tersebut berdekatan dengan bangunan-bangunan pada Kantor Sewa. Dapat memberikan kenyamanan bagi pengguna Kantor Sewa tersebut.





**Gambar 37 : Urban Heat Island Response**  
Sumber : Icons Studio

## **B. Berkelanjutan (*Sustainable*)**

Desain *sustainable* yaitu desain mempertahankan sumber daya alam agar bertahan lebih lama, yang dikaitkan dengan sumber daya alam dan lingkungan ekologis manusia dalam jangka panjang. Konsep dari berkelanjutan yaitu dapat memenuhi kebutuhan tanpa membahayakan kemampuan generasi mendatang, dalam memenuhi kebutuhan mereka sendiri. Dalam desain pembangunan yang alamiah dan natural dengan berpadukan teknologi yang tinggi, bangunan diperkirakan dapat bertahan dalam jangka yang panjang karena tidak merusak lingkungan sekitar. Penggunaan energi sangat penting di pusat-pusat perkotaan untuk transportasi, produksi industri, kegiatan rumah tangga maupun kantor.

Kebutuhan pada saat sekarang di sebagian besar pusat kota menggunakan sumber energi yang tidak terbarukan. Penggunaan sumber energi yang tidak terbarukan bisa menyebabkan perubahan iklim, polusi udara, bisa mengakibatkan masalah lingkungan, kesehatan manusia, dan mungkin bisa menjadi ancaman serius pada pembangunan berkelanjutan. Sedangkan energi yang berkelanjutan dan

penggunaannya dapat ditingkatkan dengan mendorong efisiensi energi, bisa dengan cara seperti kebijakan harga, penggantian bahan bakar, melakukan energi alternatif, dan kesadaran publik.

Pemukiman manusia dan kebijakan energi harus aktif dalam koordinasi. Dikutip dari dokumen PBB pembangunan pemukiman manusia berkelanjutan di dunia urbanisasi (1996) yang melakukan beberapa tindakan efisiensi penggunaan energi yang berkelanjutan, dipilih desain hemat energi atau mengurangi konsumsi energi di gedung. Di Indonesia merupakan iklim tropis yang bisa dipergunakan dalam merancang bangunan. Dalam merancang bangunan menghindari panas sebanyak mungkin dan dibuat banyak bukaan untuk mendapat penghawaan sehingga lebih hemat energi.

Untuk penghematan energi terutama pada listrik, selain dalam merancang bangunan yang baik, bisa dilakukan beberapa tindakan seperti mematikan alat-alat listrik yang tidak digunakan, menggunakan bahan bakar yang dapat diperbarui, melakukan pengontrolan pada alat-alat listrik, menggunakan lampu hemat energi. Untuk penghematan energi adalah dengan menggunakan alat panel surya. Pada bangunan agrowisata terdapat panel surya yang digunakan sebagai alternatif energi listrik. Dapat digunakan secara berkelanjutan dan dapat meminimalkan penggunaan listrik pada bangunan.



**Gambar 38 : Penerapan Solar Panel**  
Sumber : Builder ID

Dari buku *Architecture in a Climate of Change*(2012), keuntungan menggunakan solar panel yaitu mendapatkan listrik langsung, penggunaan listrik tidak merugikan lingkungan yang menyebabkan kerugian, dan tidak perlu tambahan lahan. Penggunaan panel surya perlu diperhatikan pada penggunaan maupun pemasangan. Penggunaan untuk menghasilkan energi listrik searah (DC), yang diperlukan alat

inverter untuk diubah ke listrik bolak-balik (AC) sehingga bisa menyalakan alat elektronik.

### C. Future Healthy

Desain *future healthy* yaitu desain yang memanfaatkan desain dengan mempertimbangkan kesehatan lingkungan maupun kehidupan sekitar, sehingga dapat memberikan efek positif bagi kehidupan. Hal tersebut dapat diterapkan pada desain yaitu:

1. Terdapat beberapa tanaman rindang yang mengelilingi bangunan Kantor Sewa sehingga membuat iklim udara yang sejuk dan sehat bagi kehidupan sekitar. Lingkungan di sekitar area bangunan tampak tenang karena beberapa vegetasi dapat digunakan sebagai penahan kebisingan yang berasal dari luar site.



**Gambar 39 : Pemberian Tanaman Rindang Pada Area Bangunan**  
Sumber : Builder ID

### D. Iklim Yang Mendukung (*Climate Supportly*)

Penerapan desain yang dapat mempertimbangkan pada iklim tropis yaitu penggunaan konsep penghijauan, karena dinilai sangat cocok untuk iklim tropis. Pada bangunan Kantor Sewa terdapat penghijauan disekitar area bangunan, yang berfungsi sebagai penyejuk udara pada saat musim kemarau dan peresapan air pada saat musim hujan.





**Gambar 40 : Penambahan Penghijauan Di Sekitar Bangunan**

Sumber : Timmdemock, 2016

#### E. Estetika ( Esthetic Usefully )

Pada bangunan Kantor Sewa terdapat beberapa penerapan yang sudah dijelaskan sebelumnya. Penggunaan penerapan arsitektur hijau pada desain tidak hanya mempertimbangkan keestetikaan saja, tetapi juga kegunaan dan efek pada lingkungan dan pengguna dari bangunan itu sendiri sehingga menciptakan kenyamanan fisiologis maupun psikologi.



**Gambar 41 : Penerapan Konsep Esthetic Usefully Pada Wajah Bangunan**

Sumber : Gadeon, GRC Consulting

## 5.2 Kajian Teori Teknologi Pintar (*Smart Building Integrated*)

### 5.2.1 Teori Teknologi Pintar Dalam Konteks Bangunan

*Smart Building* merupakan sistem integrasi teknologi dengan instalasi bangunan yang memungkinkan seluruh perangkat dalam fasilitas bangunan dapat dirancang dan deprogram sesuai dengan kebutuhan, keinginan, dan kontrol otomatis yang tersentral atau IBMS (*Integrated Building Management System*) (Borer & Reynolds, 1994).



Sensor pada sistem *Smart Building* digunakan untuk melakukan penginderaan jarak jauh terhadap kondisi di dalam ruangan maupun bangunan.

Terdapat berbagai macam sensor seperti sensor cahaya, sensor suhu, sensor gerak, sensor jarak, dan lain sebagainya. Kontrol *Smart Building* digunakan untuk melakukan *monitoring & controlling* terhadap bangunan. Perangkat kontrol dapat berupa mikrokontroler atau komputer yang terpusat. Aktuator pada *Smart Building* digunakan untuk memberikan respon dan menggerakkan sistem-sistem yang ada pada bangunan sebagai keluaran dari penginderaan sensor-sensor. Aktuator dapat berupa kunci & pintu otomatis, alarm kebakaran, kipas *ventilator*, dan lain-lain (Dorf & Bishop, 1998).

Sistem otomatisasi pada *Smart Building* memberikan efisiensi, optimalisasi energi dan mengurangi *human error*. *Smart Building* juga dapat mempermudah tugas manusia dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari (Scheepers, 1991). Di negara-negara maju, penerapan *Smart Building* diperkirakan akan bertumbuh sekitar 34% per tahun seiring dengan minat pengembangan terhadap *Smart Things* dan *Internet of Things (IoT)*. Untuk Indonesia menurut data tahun 2014, nilai investasi *Smart Building* dapat mencapai Rp 1,2 triliun dan nilai tersebut dapat meningkat setiap tahunnya walaupun angka tersebut masih terbilang kecil bila dibanding negara-negara maju yang sudah sadar akan kebutuhan sistem *Smart Building*. Rendahnya kesadaran implementasi *Smart Building* di Indonesia dikarenakan pemilik maupun pengelola gedung menilai bahwa implementasi *Smart Building* menyebabkan biaya pembangunan dapat membengkak, padahal biaya yang dikeluarkan untuk sistem tersebut sekitar 2% hingga 4% dari total biaya pembangunan gedung.

Dari perhitungan-perhitungan yang telah dijabarkan maka pemilik maupun pengelola gedung semakin memperhitungkan penerapan sistem *Smart Building* karena keekonomisan yang diperoleh (Suhartadi, 2014). Mempertimbangan kelebihan yang ditawarkan dari konsep *Smart Building* yang telah dijabarkan sebelumnya, maka Kantor Sewa menerapkan konsep tersebut untuk

mencapai tujuan penghematan energi serta *eco building*. Kampus multimedia dikenal boros dalam menggunakan energi listrik karena perangkat-perangkat yang ada di dalamnya, maka dari itu Kantor Sewa menghilangkan stigma tersebut dengan konsep

*Smart Building*, maka penerapan konsep *Smart Building* tepat untuk digunakan pada Kantor Sewa. Berdasarkan hal-hal tersebut maka tujuan penelitian ialah untuk mengembangkan prinsip-prinsip *Smart Building* sebagai strategi desain Kantor Sewa. Selanjutnya hasil dari penelitian berupa penerapan konsep *Smart Building* yang dapat digunakan sebagai acuan desain Kantor Sewa maupun dikembangkan untuk obyek bangunan lainnya. Hasil pembahasan penelitian mengenai penerapan konsep *Smart Building* juga dapat dikaji ulang dalam perencanaan obyek rancang bangun yang lain.

### 5.2.2 Penerapan Teknologi Smart (*Smart Techonology*)

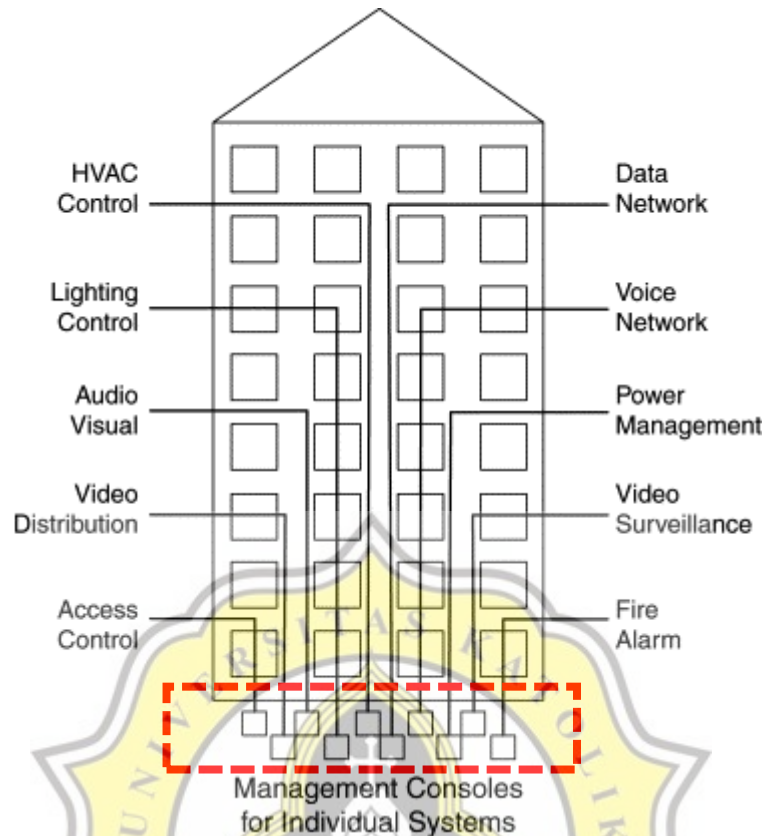
#### D. Performance-based Smart Building Sebagai Solusi Desain

*Smart Building System* merupakan sistem integrasi teknologi dengan instalasi bangunan yang memungkinkan seluruh perangkat dalam fasilitas bangunan dapat dirancang dan diprogram sesuai dengan kebutuhan, keinginan, dan kontrol otomatis yang tersentral. *Smart Building* terbagi ke dalam 3 kategori, yaitu :

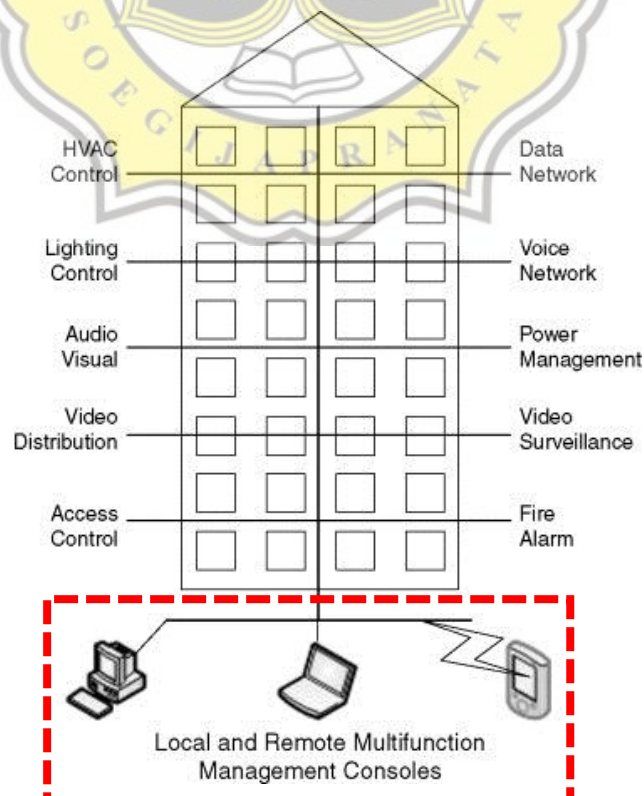
1. Performance Based
2. Services Based
3. *System Based* (Wang, 2009).

Dari ketiga kategori tersebut, *performance-based* dipilih menjadi solusi desain untuk Kantor Sewa. Konsep *Performance-based* bekerja mengoptimalkan performa fungsi bangunan, mengefisiensi serta mengatur penggunaan sumber energi dengan optimal sehingga energi yang digunakan sesuai dengan kebutuhan. Terdapat 3 kekuatan dan kunci pendorong konsep *Smart Building*, yaitu *economic* (ekonomis), *energy* (energi), dan *technology* (teknologi). *Smart Building* menunjukkan kemajuan teknologi, unsur-unsur sistem mendasar dan tambahan fungsionalitas bangunan telah dan saling terintegrasi. *Smart Building* merupakan pendekatan yang paling efektif dalam mendesain dan membangun sistem teknologi penunjang bangunan. Sistem bangunan konvensional memiliki sistem pengoperasian yang terpisah antara satu subsistem dengan sistem-sistem yang lain, sehingga tidak ada kerjasama yang langsung dan inefisiensi bagi keseluruhan sistem. *Smart Building* mengambil pendekatan yang berbeda dalam merancang sistem pada bangunan. Yang menjadi dasar sistem ini ialah koordinat dari keseluruhan desain bangunan bersistem teknologi masuk ke dalam satu dokumen konstruksi yang terpadu dan konsisten

(Sinopoli, 2010). Menurut penjabaran tersebut, maka muncul prinsip-prinsip dasar *SmartBuilding*, yaitu efisiensi, efektif, mudah, dan canggih.



**Gambar 42 : Perbedaan Sistem Bangunan (Konvensional)**  
 Sumber : James Sinopoli, 2010





**Gambar 43 : Perbedaan Sistem Bangunan (*Smart Building*)**  
Sumber : James Sinopoli, 2010

#### E. Penerapan Prinsip Efisiensi Dan Efektifitas Energi

Sebagai cara untuk memenuhi prinsip efisiensi dan efektifitas energi pada Kantor Sewa agar optimal dan tepat sasaran, maka observasi klimatologi dan lanskap pada tapak dilakukan. Hasil observasi klimatologi adalah pembacaan pergerakan dan pembayangan sinar matahari serta pergerakan arah angin pada tapak . Observasi lanskap tapak menghasilkan pemetaan tanaman eksisting yang ada pada tapak serta sebagai keputusan untuk penambahan vegetasi pada tapak. *Performance-based Smart Building* memadukan potensi klimatologi dan vegetasi tapak dengan teknologi utilitas bangunan. Perpaduan tersebut dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja dari pencahayaan dan penghawaan buatan pada ruangan-ruangan Kantor Sewa

Hasil dari observasi potensi klimatologi dan vegetasi tapak menghasilkan penataan tapak dan penataan penggunaan utilitas. Sisi Selatan tapak sudah tersedia vegetasi berupa pohon Trembesi yang rimbun dan besar sehingga dapat dimanfaatkan. Sisi Timur dan Barat akan ditanamani pohon rimbun yang fungsinya sebagai filtrasi angin maupun pembayangan sinar matahari yang mengarah menuju ke dalam tapak. Penggunaan *Auto-tint Glass* untuk mengatur penetrasi sinar matahari dari berbagai sisi ke dalam ruangan. Penggunaan *secondary skin* dengan tanaman gantung atau rambat pada fasad sisi Timur, Barat, dan Selatan untuk memfiltrasi angin dan cahaya matahari yang masuk ke dalam selasar bangunan karena selasar yang direncanakan tidak menggunakan penghawaan buatan sebagai usaha pengurangan penggunaan energi . Untuk di dalam ruangan, penghawaan buatan akan menggunakan sistem AC *Multisplit* yang memiliki efisiensi energi tinggi dan kemudahan dalam perawatan.



**Gambar 44 : Auto-Tint Glass Pada Ruangan dan *Secondary Skin* Dengan Tanaman Gantung Atau Rambat Pada Selasar**

Sumber : MIT Techonology Review, 2012 Dan Architectaria, 2015

Tapak terpilih memiliki potensi sinar matahari yang baik sehingga dapat dimanfaatkan untuk dipanen sebagai sumber utama energi listrik Kantor Sewa. Konsep *energy harvesting* merupakan cara untuk memenuhi prinsip ekonomis dan energi yang merupakan kunci kekuatan dari *Smart Building*, terutama dalam memenuhi kategori *Performance-based*. Pemanfaatan energi berbasis sel surya digunakan untuk mengurangi beban listrik PLN yang masih berbasis energi fosil dan juga karena penggunaan listrik yang begitu besar pada kampus ini (perangkat komputer dan elektronik yang banyak). Energi surya menjadi pasokan utama energi listrik pada kompleks kampus namun masih dibantu oleh daya dari PLN dan genset diesel, sebagai pencegahan ketika listrik dari energi surya tidak mencukupi dan bila terjadi gangguan.

#### F. Penerapan Prinsip Mudah Canggih

Di dalam utilitas listrik diterapkan prinsip mudah dan canggih. Prinsip mudah yang dimaksud ialah sistem pengawasan dan kontrol terhadap distribusi listrik. Sistem pengawasan dan kontrol distribusi listrik dilakukan secara otomatis dan tersentral. Di setiap panel kontrol, yaitu pada Panel Utama dan Panel Sekunder terdapat sistem HMI (*Human Machine Interference*). Panel tersebut juga terkoneksi melalui jaringan LAN (*Local Area Network*) dengan Ruang Pusat Kontrol & Pengawasan Terpadu sehingga segala aktifitas yang terjadi pada elektrikal dapat diawasi pada satu tempat, sistem tersebut disebut dengan SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*).



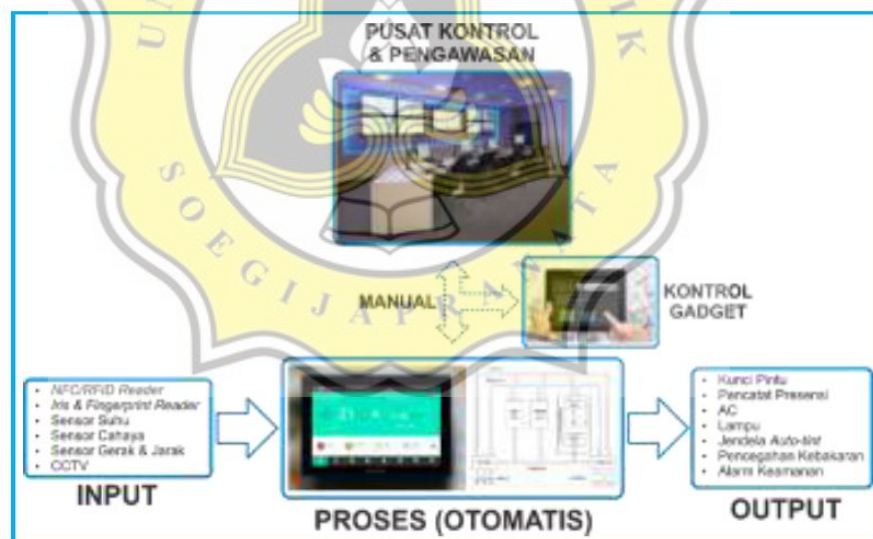
**Gambar 45 : Panel Kontrol Dengan HMI Dan Terhubung Dengan Sistem SCADA**

Sumber : <http://www.nfenergo.ru>, 2019

Prinsip mudah dan canggih diterapkan pada pengaturan sistem utilitas ruangan, yaitu utilitas penghawaan, utilitas pencahayaan, dan utilitas keamanan ruang yang dapat aktif dan menyesuaikan secara otomatis dengan situasi dan kondisi pada saat itu. Untuk dapat melakukan otomatisasi diperlukan sistem sensorik, sistem pemrosesan, dan sistem aktuator.

Sistem sensorik berfungsi sebagai indera yang melacak dan mencatat performansi energi ke dalam bentuk data. Data dari sistem penginderaan diperoleh dan diteruskan ke modul prosesor untuk diproses. Hasil proses dari prosesor berupa parameter respon pengaturan utilitas yang diteruskan dalam bentuk perintah penyesuaian ke aktuator.

Selain dapat diatur secara otomatis dengan prosesor yang pada tiap Unit Kontrol Ruang, pengontrolan juga dapat dilakukan dengan manual menggunakan panel HMI BAS yang ada panel Unit Kontrol Ruang, menggunakan gawai yang terkoneksi internet, dan melalui Ruang Pusat Kontrol & Pengawasan Terpadu. Kontrol manual tersebut merupakan solusi kontrol jarak jauh serta solusi saat sistem otomatisasi mengalami gangguan.



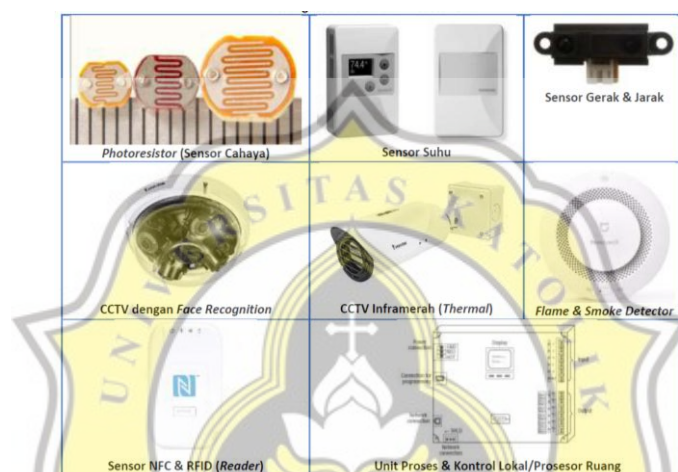
**Gambar 46 : Alur Kerja BAS ( *Building Automation System* )**

Sumber : Senthong Vol.3 No.1, 2020

Sistem sensorik yang utama ialah sistem sensorik iklim ruangan, yaitu sensor suhu dan sensor cahaya. Sistem sensorik yang lain ialah sistem sensorik keamanan, yaitu sensor panas dan api, sensor gerak dan jarak, CCTV dengan kemampuan membaca *thermal* (panas tubuh) dan pengenalan wajah (*face recognition*), dan sensor pembaca kartu dan gawai (*RFID & NFC Reader*) (lihat tabel 1). Sistem aktuator atau sistem



respon berupa *AC Multisplit*, jendela dengan *Auto-tint Glass*, dan lampu untuk sistem iklim ruangan. Sistem keamanan ruang berupa alarm peringatan, *sprinkler*, dan pintu otomatis. Sistem sensorik dan sistem aktuator saling terhubung dan terintegrasi melalui sistem prosesor yang dapat mengatur secara otomatis menyesuaikan parameter yang ada. Sistem prosesor tersebut juga memiliki sistem HMI dan terhubung dengan sistem SCADA yang diawasi dan dapat diatur secara manual. Sistem prosesor juga dapat bekerja bergantung pada sistem pemrograman yang ada, sehingga sistem pemrograman pada prosesor dapat diprogram dan disesuaikan seiring perkembangan yang ada.



**Gambar 47 : Perangkat Sensorik Dan Prosesor BAS**  
Sumber : Senthong Vol.3 No.1, 2020

Sebagai sistem yang saling terhubung dan terintegrasi maka interkoneksi antar perangkat maupun ruangan merupakan kunci bekerjanya otomatisasi bangunan. Interkoneksi antar perangkat pada BAS (*Building Automation System*) Kantor Sewa rata-rata menggunakan sambungan LAN RJ-45 maupun nirkabel melalui *Access Point/WiFi*. Sistem otomatisasi tersebut juga terkoneksi langsung dengan jaringan luar atau internet namun melalui *Firewall* untuk keamanan pengaturan serta data, sehingga sistem otomatisasi terbatas hanya dapat diakses oleh beberapa pihak dari jauh (tidak dalam kompleks atau area kampus). Setiap Unit Proses & Kontrol Lokal/Prosesor Ruang terhubung dengan hub dan panel HMI/SCADA yang ada pada *shaft* sistem telekomunikasi yang ada di setiap lantai bangunan, kemudian hub dan panel HMI/SCADA terhubung dengan *server* yang terkoneksi ke Ruang Kontrol & Pengawasan Terpadu, sehingga apapun yang terjadi di lingkungan Kantor Sewa dapat terpantau penuh secara performansi energi serta

keamana. Sistem yang terpusat dan terintegrasi inilah yang mampu meningkatkan efektifitas, mempermudah kegiatan, dan mengurangi *human error* sehingga tujuan perfomansi energi dan kinerja dapat tercapai untuk memenuhi bangunan yang ramah lingkungan dan ekonomis.

